

УДК621.771

И.А. Пешеходов (5 курс, каф. ПОМ), В.А.Лунев, к.т.н., доц.

О ВЛИЯНИИ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ ТИТАНОМ И НИОБИЕМ НА СВОЙСТВА АВТОЛИСТОВЫХ СТАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА БАЗЕ IF- СТАЛЕЙ

Одним из основных требований предъявляемых к автолистовым сталям является способность к глубокой вытяжке с относительно высокой прочностью и высокой изотропностью.

Для того чтобы иметь предел текучести $\sigma_T=240\text{Н/мм}^2$, для штамповки кузовных деталей применяют стали с $\sigma_B=340\text{Н/мм}^2$. Более высокую штампуемость имеют стали IF, получаемые путем растворения таких упрочняющих элементов как кремний, марганец, фосфор. Сталь IF типичного состава содержит: 0,010C; 0,02Si; 0,22Mn; 0,012P; 0,004S; 0,035Al; 0,032Ti; 0,006N (% по массе). Стали IF не имеют (в твердом растворе) таких элементов как углерод или азот и в принципе не подвержены старению.

В работе был проведен анализ элементов способных вывести атомы внедрения (азот и углерод) из матрицы стали для повышения пластичности.

Сравнивая сродства к углероду и азоту, устойчивости этих соединений, способности к сопряжению с решеткой матрицы, возможности первоначального растворения элементов в железе, приходим к выводу, что практическое применение в качестве карбонитридообразующих элементов в стали могут иметь только Ti, V, Nb.

Присутствие данных элементов в стали дает возможность следующих механизмов формирования свойств:

1. Так как нитрид титана формируется при довольно высоких температурах, он практически не может быть растворен в аустените при нагреве. Эффект таких стабильных частиц заключается в контроле размера зерна при высоких температурах.

2. Нитрид и карбид ванадия полностью растворяются в аустените и поэтому не оказывают практически никакого влияния на размер зерна аустенита при высокотемпературном нагреве. Эти фазы выделяются только в процессе или после γ - α превращения. Частицы, сформировавшиеся при такой низкой температуре, имеют очень малые размеры и дают вклад в упрочнение стали по механизму дисперсионного твердения.

3. Произведения растворимости карбида титана, нитрида и карбида ниобия занимают промежуточное положение, что свидетельствует о возможности указанных соединений растворяться в верхней части аустенитной области и выделяться при низких температурах - в области перехода из аустенита в феррит или сразу после превращения. Следствием является более мелкое зерно феррита и высокая изотропность.

Для достижения наилучшей пластичности применение комплексного микролегирования Nb-Ti без введения V является предпочтительным.

Способность к глубокой вытяжке, характеризуемая коэффициентом нормальной анизотропии (r), экспоненциально увеличивается по мере снижения содержания углерода в нестабилизированной или стабилизированной стали (в последнем случае - при существенно более высоком уровне). Эта тенденция объясняется связыванием атомов внедрения в карбиды и нитриды.

Для стабилизации углерода необходимы добавки титана в количестве по крайней мере близком стехиометрическому, чтобы связать N, S и C, которые можно определить из выражения:

$$\%Ti=48/14\cdot\%N+48/32\cdot\%S+48/12\cdot\%C.$$

При стабилизации свободных атомов углерода ниобием сера будет связана марганцем, а азот - алюминием. Так как оба этих примесных элемента обязательно присутствуют в рассматриваемых сталях, требуемое количество вводимого ниобия должно соответствовать только стехиометрическому соотношению к углероду, которое следует определять так:

$$\%Nb = 93/12 \cdot \%C.$$

Выводы. При микролегировании ниобием образуется более мелкое зерно. Мелкое зерно горячекатаного подката обеспечивает формирование более высоких значений коэффициента нормальной пластической анизотропии r . Высокая изотропность IF-стали, стабилизированной ниобием, способствует уменьшению фестонообразования в сверхвысокоштампующих сталях. Так как стабилизированная титаном сталь имеет более высокие характеристики удлинения, наилучший уровень свойств при холодной штамповке получается при двойной (титаном и ниобием) стабилизации IF-сталей.